

第3章 就業者年齢と生産性、実質賃金に関する実証分析

白川 浩道

【要約】

就業者の年齢構成、あるいは平均年齢がTFP(経済全体の技術進歩率)、そして実質賃金にどのような影響を与えるのか、について検証を行った。TFP、そして賃金率ともに平均年齢に対して逆U字の関係が成立し、そのピークが40歳代であることが検証された。ただし、40歳代半ばを過ぎるとTFPや実質賃金はともに低下し、また、賃金の傾きの方がTFPのそれよりも急で、かつそのピークの年齢は賃金率の方が2歳ほど早かった。この結果を基にTFP、および実質賃金の将来推計を行ったところ、TFPは2023年でピークを打ち、その後低下するものの、労働コストのGDP比は低下していく可能性が高いことがわかった。つまり、この結果からは高齢化は生産面、そして費用面において、それほど悲観的な影響をもたらさないといえる。これらのTFP、および賃金率の推移からもたらされる“高齢化の配当”を若年層雇用や研究開発投資に向けることが、今後重要となるだろう。

1. はじめに：問題意識とアプローチ

(1) 問題意識と研究の方向性

日本経済では高齢化が進展しており、さらに今後は、少子化を反映して人口減少が本格化する。少子・高齢化、人口減少という人口動態のトレンドは日本経済にどのような影響を与えるのであろうか。

多くの分析者や市場関係者は、高齢化によって日本経済のファンダメンタルズがさらに弱くなると考えているようである。財政赤字の趨勢的な拡大、家計貯蓄の減少、対外黒字の消失、悪い金利上昇、為替相場下落など、悲観論者が予測する経済・市場の将来像は暗い。

しかし、高齢化の進展が、経済や市場の名目変数だけでなく、生産性や実質賃金といった実質変数にどのようなインパクトを与えるか、を分析することも重要である。高齢化が生産性と賃金(実質賃金)に異なる影響を与えた場合、日本経済における所得分配(企業と家計の間の所得分配)が大きく変化する可能性があるからである。

重要なことは、所得分配が変化した場合、企業設備投資や生産性のトレンドが変化し、その結果、日本経済の潜在成長率そのものが変化する可能性を否定できないこと

である。つまり、潜在成長率が変わらないことを前提とした多くのダイナミクス分析は意味を持たなくなる可能性すらある。

このような問題意識の下、本レポートでは、日本経済における就業者年齢と生産性および賃金（実質賃金）の関係を多角的に考察し、高齢化の進展が、生産性、賃金、企業所得の将来パスに与える影響をシミュレートする。

（２）就業者年齢と生産性に関する先行研究

就業者の年齢と生産性をテーマにした研究は、海外の事例を中心にある程度蓄積されてきているが、分析で使用されるデータによって対象となる生産性は異なっている。すなわち、労働者個人のデータが扱われる場合には職務遂行能力（指数化されたもの）、工場データの場合は労働生産性、マクロデータの場合は TFP（全要素生産性^{*1}）、がそれぞれ分析の対象とされる傾向にある。

興味深い点は、データの種類によって対象となる生産性が異なるにもかかわらず、就業者年齢と生産性の間には逆 U 字型の関係が見出され、就業者年齢が 40 歳代で生産性がピークを打つという傾向が観察されることである。この点は、就業者年齢と生産性に関する実証分析を集めたサーベイ論文である Prskawetz et.al [2006]で確認されている。

労働者個人レベルのデータを用いて生産性のピーク年齢が 40 歳代であることを示した研究としては Skirbekk [2008]がある。彼は心理学での研究成果を応用しつつ、米国労働技能テストや知能テストの結果などの様々な職務能力関連データから労働者個々人の生産性指標を作り、労働者年齢・生産性カーブを推計した。そこでは、労働者個人の生産性は年齢と逆 U 字の関係をもち、そのピークは 35－45 歳であることが示されている。また、逆 U 字型の関係が観察される根拠として、加齢とともに向上し続ける能力（語彙量、職務管理力など）と、衰えていく能力（体力、記憶力、計算力など）が共存する可能性を指摘している。

工場レベルでの生産性を分析した研究としては Malmberg et al. [2008]がある。彼らはスウェーデンにおける工場ごとの付加価値生産額と就業者の属性（性質）に関するパネル・データを用い、就業者の年齢構成と労働生産性の関係を調べている。就業者の年齢階層を 29 歳以下、30－49 歳、50 歳以上、の 3 つに分け、30－49 歳の労働者の比率が上昇した場合に、工場の生産性が最も高くなる傾向にあることを明らかにした。また、日本の製造業ブルーカラー労働者を対象にした研究に川口他[2006]がある。同研究は、「工業統計調査」と「賃金構造基本調査」のデータを用いたパネル分析を行っているが、その結果として、勤続年数・労働生産性のプロファイルが上に凸（逆 U 字型）となっていること、労働生産性のピークが勤続 20 年程度（40 歳前後）であること、が示されている。

マクロデータを用いて就業者の年齢と TFP の関係を調べたものに Feyrer [2008]がある。具体的には、OECD 諸国のクロスカントリー・パネル・データを用い、TFP の変化を就業者の 10 歳刻みの年齢構成に回帰する分析が行われている。分析結果からは、40 歳代の就業者の比率が上昇すると TFP 上昇率が最も高くなる傾向が示された。同

様に、Werdning [2008]は先進国、途上国をともに含む大規模なクロスカントリー・パネル・データを用意し、就業者の年齢構成と TFP の関係を調べた。そこでは、年齢と TFP の間には逆 U 字型の関係が観察され、40 歳代の就業者の比率が上昇した国で TFP 上昇率が最も高くなることが明らかにされた。

(3) 本レポートのアプローチとデータ

このように、先行研究からは、ミクロ的・マクロ的両面でみた生産性が、就業者個人の年齢あるいはその平均年齢が 40 歳代にある状態でピークになる傾向があることが示唆される。

本レポートでは、こうした先行研究の結果も踏まえ、生産性と就業者年齢の関係を日本について分析するが、分析対象は TFP である。TFP を分析対象とするのは、いわゆる成長会計の考え方に基づいて日本経済のトレンド成長率の将来パスのイメージをつかみたいからである。

TFP については、資本、労働、原材料などの全生産要素の利用に関する効率性の尺度であり、いわゆる技術革新力を表したものであるとの理解がなされている。経済の技術革新力、あるいはその成長力と就業者年齢の間に一定の関係があると想定できる理由は、労働者個々人の職務遂行能力や技術力と年齢の間に何らかの関係がある、あるいは、就業者の平均年齢あるいは就業者の年齢構成と経済全体の技術革新力の間に何らかの関係がある、と考えられるためである。ただし、本レポートでは、就業者年齢と TFP の関係に関する理論的根拠については深入りしない。

さらに、本レポートでは、TFP に加えて、賃金（実質賃金）と就業者年齢の関係も分析する。TFP というマクロの生産性と実質賃金の間に安定的な関係が存在するという理論的な根拠はない。技術革新力によってもたらされる経済成長または企業所得増加という“果実”が労働者にのみ分配される必然性はないからである。それにもかかわらず、就業者年齢と実質賃金の関係を分析するのは、高齢化がもたらすインパクトが TFP と実質賃金で異なった場合、高齢化によって企業利益や雇用者報酬の GDP シェアなどが大きく変化する可能性があるからである。

以下の実証分析で利用する TFP、実質賃金、就業者年齢のデータ・ソースとしては経済産業研究所「JIP データベース^{*2}」を用いた。

まず、TFP については、「JIP データベース」から独自に計算した。「JIP データベース」では、労働の質、資本の質を考慮した労働投入指数と資本サービス投入指数を定義し、これらの成長寄与を実質付加価値成長から差し引いて TFP が計算されている。この方法の場合、年齢と生産性の関係の一部が労働の質に含まれてしまい^{*3}、TFP には含まれない。こうした問題点を解消するため、本レポートでは、マンアワー労働投入と実質資本ストックの寄与を実質成長率から除いた残差として TFP を定義した。詳しくは補論 1 で解説した。

実質賃金は、JIP データベースにおける産業別名目労働コストを業種別就業者数と GDP デフレータの積で除したもの（＝1 人当たり実質労働コスト）を利用した。なお、

JIP データベースにおける産業別名目労働コストの計算に当たっては「賃金構造基本調査」、「就業構造基本調査」の情報から得られる労働者の属性別（性×学歴×年齢×就業上の地位）の賃金が利用されていることなどから、SNA ベースの雇用者報酬とは一致しない。

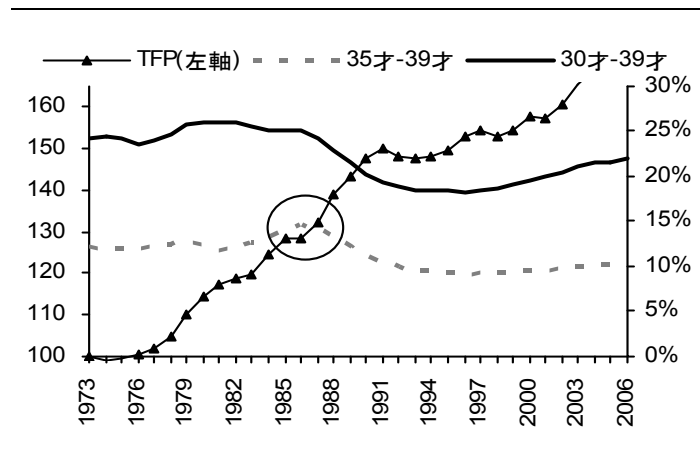
就業者平均年齢は、各年齢階層別の就業者数に各年齢階層（5 歳刻み）の中央値を乗じて加重平均を取ったものとして求めた。

2. 生産性カーブと実質賃金カーブの推定

（1）年齢構成比に関する実証分析（線形パネルモデルによる弾力性分析）

まず、Feyrer [2008]で採用された手法を参考に、TFP を年齢階層の構成比に回帰する分析を行う。使用データは JIP データベースにおける 106 業種のパネル・データであり、サンプル期間は 1973 年から 2006 年までの 34 年間である。TFP は業種ごとに 1973 年を 100 として指数化した。なお、就業者の年齢階層の区分は 10 歳刻みとした。5 歳刻みとした場合、いわゆる団塊世代の存在によって年齢構成比の変動が大きくなり（図表 3-1）、推計の信頼性に問題が生じるためである。モデルとしては以下を設定した。ここで log は自然対数を表す。

図表3-1： TFP と年齢構成比の推移 (5 歳刻み vs. 10 歳刻み)



出所： 経済産業研究所「JIP データベース」

推計：Credit Suisse

$$\log(Y_{i,t}) = \alpha_i + \sum_h^H \beta_h \log(x_{h,i,t}) + \varepsilon_{i,t}$$

$Y_{i,t} \in \{\text{TFP}_{i,t}, \text{LC}_{i,t}\}$: i 産業の t 時点でのTFP、または実質賃金
 α_i : 個別業種効果 (1)
 $x_{h,i,t}$: h 才代の年齢構成比, $h \in (20\text{代}, 30\text{代}, 40\text{代}, 50\text{代}, 60\text{代})$
 β_h : 推定すべきパラメータ
 $\varepsilon_{i,t}$: 誤差項

実際の推定においては、一階の差分を取り、業種ごとの効果を除去した以下のモデルを利用した。10歳代の就業者の構成比を基準とし、その係数を0と仮定した。

$$\Delta \log(Y_{i,t}) = \sum_h^H \beta_h \Delta \log(x_{h,i,t}) + \varepsilon_{i,t} \dots \dots \dots (2)$$

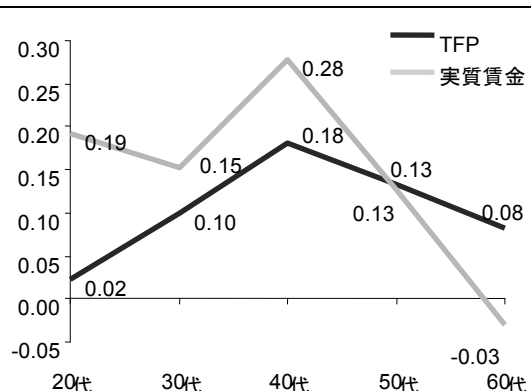
このモデルの最小二乗推定の結果は図表3-2、3-3に示した通りである。各年齢階層について推計される係数は、その階層の年齢構成比が10歳代のそれと比べて1%上昇したときにTFP、実質賃金がそれぞれ何%上昇するか、を示している。

分析結果から判明したことを整理すると、次の通りである。

- 回帰係数は、TFP、実質賃金ともに20歳代、30歳代、50歳代、60歳代において40歳代よりも低い。つまり、40歳代の就業者が増加した場合、TFP、実質賃金が最も上昇しやすい。
- 年齢構成を横軸に取り、TFP、実質賃金を縦軸に取ってプロットしたチャートを見ると、ともに、40歳代を頂点に逆U字型になっている。
- TFPと比較した場合、実質賃金の方が年齢階層の変化により感応的である。すなわち、実質賃金のカーブは、30歳代から40歳代にかけて、また40歳代から60歳代以降、についての勾配がTFPに比べて急である。

こうした分析結果は、Feyrer[2008]、Werding [2008]における推定結果と整合的である。日本においても就業者年齢（年齢構成）とTFPの間には逆U字の関係があり、就業者年齢が40歳代でTFP水準が最も高くなる可能性が明らかにされた。さらに、実質賃金も就業者年齢と逆U字の関係にあり、前者が40歳代においてピークになるとみられるが、年齢構成比に対する弾力性はTFPよりも大きく、年齢が上昇した際の下落度合いはTFPよりも大きいことが示された。

図表3-2： 線形パネルモデル（式2）
の推計結果（弾力性値）



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

図表3-3： 線形パネルモデル（式2）
の推計結果（弾力性値）

	TFP		実質賃金	
	推計値	t 値	推計値	t 値
20代	0.02	1.59	0.19	6.33
30代	0.10	2.67	0.15	5.00
40代	0.18	5.02	0.28	9.43
50代	0.13	4.05	0.13	4.27
60代	0.08	3.05	-0.03	-1.76

出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

（2）平均年齢に関する実証分析（非線形パネルモデルによるカーブ推定）

前節でみたように、就業者年齢と TFP、実質賃金の関係は非線形である可能性が高い。この点を踏まえ、就業者平均年齢と TFP、および実質賃金の関係に直接、非線形カーブを当てはめた。なお、推計方法に関する計量経済学的な解説は補論 2 を参照されたい。

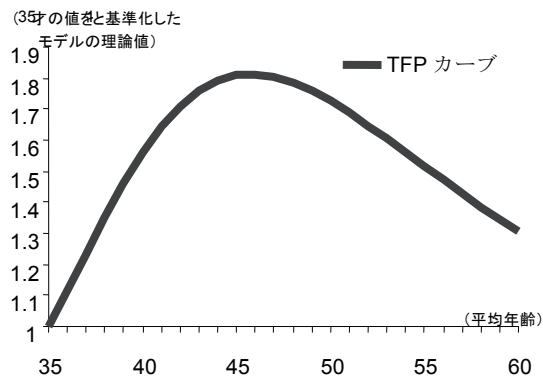
■ TFP カーブ（就業者平均年齢・TFP カーブ）の推定結果

推計パフォーマンスが最も良かった逆ワイブル関数による固定効果モデルの推定結果について報告する。

図表 3-4 には、全サンプル（パネル・データ）について関数推定されたカーブを掲載した。これは、全サンプルから得られた就業者平均年齢と TFP の理論的な関係といえることができる。図表 3-5 には、こうして得られた理論的なカーブを個別業種データに当てはめた個別業種ごとのカーブ（106 本）を示した。全体として関数のフィットは悪くないという印象を持つことができる。

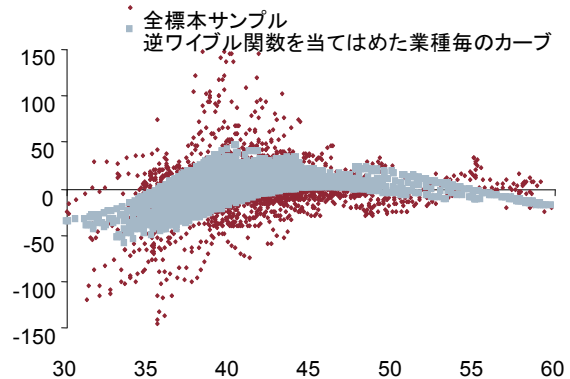
関数推定されたカーブに基づけば、TFP は就業者の平均年齢が 45.8 歳でピークをつけ、その後はゆっくりと下落していく。35 歳から 45.8 歳にかけての TFP 上昇局面の傾きに比べて、45.8 歳後の TFP 下落局面での傾きはマイルドである。実際、TFP の平均年齢に対する弾力性がどのように変化するかをみると、上昇局面の弾力性平均値は +2.24、下降局面の平均値は -0.62 と推計される（上昇局面で TFP の平均年齢弾力性が最大になるのは 35.6 歳で値は +3.56、下降局面で最小になるのは 60 歳で値は -1.79）。こうした TFP カーブの形状は、高齢化が進展しても TFP はさほど急激には低下しない可能性を示している。

図表3-4： 固定効果モデル、
TFP 逆ワイブル型の理論値



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

図表3-5： 固定効果モデル
TFP 逆ワイブル型のフィット



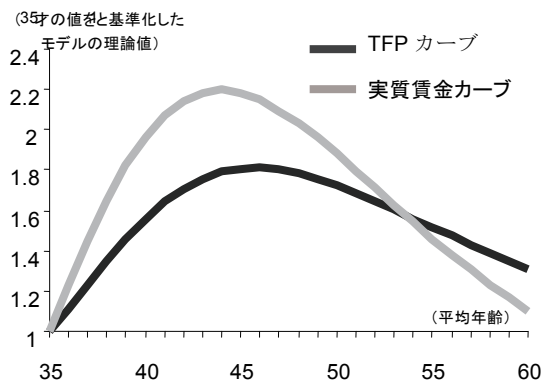
出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

■実質賃金カーブ（就業者平均年齢・実質賃金カーブ）の推定結果

実質賃金カーブについても、逆ワイブル型関数のパフォーマンスが最も高く、図表 3-7 をみてもサンプルへのフィットが良好であることがわかる。推定されたカーブに基づけば、実質賃金は、平均年齢が 43.9 歳と TFP について得られた値（45.8 歳）よりも 2 歳程度低い時点でピークをつける。

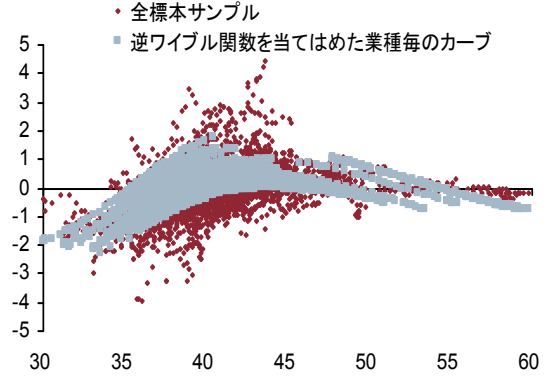
平均年齢が 43.9 歳を超えた後は、TFP と同様、実質賃金も緩やかに下落するが、ピークアウトした後の実質賃金の下落ペースは TFP のそれよりも大きい。すなわち、実質賃金の平均年齢に対する弾力性を推計すると、上昇局面の弾力性の平均値は +5.44、下降局面の平均値は -2.30 となった。上昇局面での勾配、下降局面での勾配ともに相

図表3-6： 固定効果モデル、実質賃金、
逆ワイブル型の理論値



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

図表3-7： 固定効果モデル、実質賃金、
逆ワイブル型のフィット



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

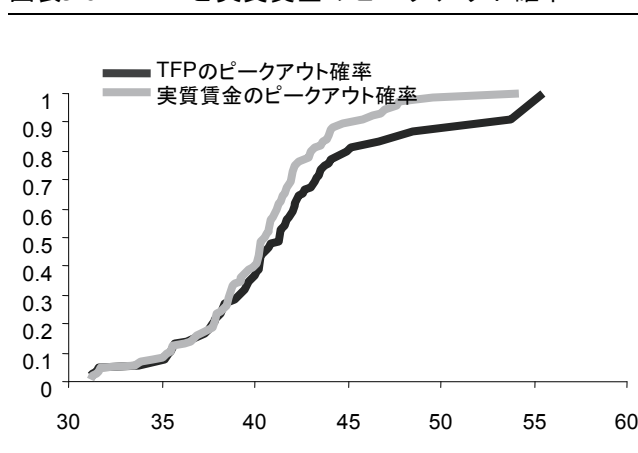
対的に急激である、ということである。この点は、実質賃金カーブと TFP カーブを同時に示した図表 3-6 からビジュアルに確認される。このように、高齢化が進展すると、TFP に比べてより急激に実質賃金が低下する可能性が示唆される。

(3) TFP、実質賃金のピーク年齢の確かさに関する検定

このように、非線形カーブの推定からは、「就業者の平均年齢が 2 歳程度若い時点で実質賃金がピークアウトする」、「ピークアウト後の下落率は実質賃金の方が大きい」ことが示された。ここで、前者の発見については、向こう 5~10 年程度における TFP と実質賃金のパスの格差に決定的な影響を与えるため、より慎重に検証しておくことが望ましい。

具体的には、継続時間分析*4と呼ばれる手法を用いて平均年齢ごとに TFP と実質賃金がピークアウトする確率を推定し、TFP と実質賃金の間で、推定された確率に統計的に有意な差があるかを確認した。結果としては、実質賃金がピークアウトする平均年齢が TFP よりも有意に低いこと（1%有意基準）が確認された*5。図表 3-8 には、TFP と実質賃金が当該平均年齢においてピークアウトする確率が示されている。

図表3-8： TFP と実質賃金のピークアウト確率



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

(4) 実証分析のまとめ

JIP データベースの業種別データ（1973 年～2006 年分）を利用した、就業者平均年齢と TFP、実質賃金に関する実証分析からは、以下の諸点が判明した。

- 就業者の年齢構成と TFP、実質賃金に関する線形モデル分析からは、TFP、実質賃金ともに、40 歳代の構成比が上昇した際に最も上昇しやすいこと、実質賃金の方が TFP に比較して年齢構成比の変化に対する感応度が高いこと、がわかった。
- 就業者の平均年齢と TFP、実質賃金に関する非線形モデル分析からは、TFP カーブ、実質賃金カーブともに、それらがピークを打つのは 40 歳代であることが示されたが、

ピーク年齢は、実質賃金の方が TFP よりも 2 歳程度低いことが判明した。こうしたピーク年齢の差は統計的検証によって有意であることが確認された。また、推定されたカーブの形状を比較すると、上昇局面・下降局面ともに、実質賃金カーブにおいてより急な勾配が観察された。

- これらの観察事項は、日本経済では、高齢化の進展によって、長期的には、TFP、実質賃金ともに下落していく可能性が高いが、実質賃金の方が、より早い時点で、かつより急激なペースで下落する見込みにあることを示唆している。

3. TFP と実質賃金の将来パス

続いて、TFP と実質賃金の将来パスをシミュレートした。そこでは、①年齢階層別の推計将来人口（国立社会保障・人口問題研究所作成）をベースに就業者平均年齢の将来値を求め（年齢階層別就業率が 2008 年実績比不変と想定）、②信頼性が最も高いと考えられる逆ワイブル関数・固定効果モデルの推計結果を適用して、TFP と実質賃金の将来値を求める、という手法を取った。

推計された就業者平均年齢、および、それに対応する TFP と実質賃金の将来パスについて、以下の諸点を指摘できる（将来人口推計にあたっての出生前提について出生中位のケース）。

- ① 2006 年に 44.03 歳であった就業者平均年齢は一貫して上昇基調を辿る。2030 年頃までの向こう 20 年強で平均年齢はおよそ 2.5 歳上昇する。もっとも、2040 年頃になるといわゆる団塊ジュニア世代引退の効果から平均年齢の上昇ペースが鈍化する。このため、2030 年から 2050 年にかけての 20 年間における平均年齢の上昇幅は 1.2 歳程度に鈍化する（図表 3-9）。
- ② TFP 水準のピークをもたらす年齢が相対的に高いこと、2040 年頃から平均年齢上昇ペースが鈍化すること、を受けて、TFP は 2050 年時点においても 2006 年水準と殆ど変わらないと推計される。すなわち、2006 年を 100 とした指数では 2050 年時点でも 100.03 である。なお、TFP は、就業者平均年齢が 45.8 歳（TFP 水準がピークとなる年齢）に達する 2023 年まで緩やかな上昇を続ける。このように、高齢化が TFP で測った日本経済の生産性に与える影響は中長期的にみてもかなり限定的であると言える（図表 3-9、3-10）。
- ③ 他方、実質賃金については、ピークをもたらす就業者平均年齢が 43.9 歳と 2006 年の実績（44.03 歳）を幾分下回るため、既に 2005 年中のどこかの時点で下落局面に入っていると考えられる。このため、TFP がピークに達する 2023 年には、2006 年=100 とした指数でみて 98.14 にまで下落する。その後、2030 年代半ばにかけては下落幅が拡大し、2050 年時点では 93.64 と 2006 年比で 6% 以上の下落になる（図表 3-9、3-10）。
- ④ このように、実質賃金の将来パスは TFP のそれとかなり異なるが、そうした差は前年比を示したチャートからも容易に確認できる（図表 3-11）。

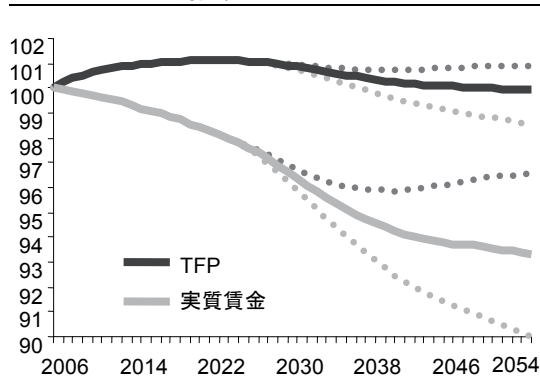
図表3-9：TFP と実質賃金の将来推計

	TFP	実質賃金	平均年齢
2006	100.00	100.00	44.03
2010	100.64	99.72	44.62
2015	100.97	99.19	45.13
2020	101.10	98.56	45.56
2023	101.11	98.14	45.80
2025	101.10	97.79	45.98
2030	100.92	96.63	46.52
2035	100.60	95.36	47.02
2040	100.30	94.41	47.37
2045	100.11	93.87	47.55
2050	100.03	93.64	47.63
2055	99.91	93.32	47.74

出所：経済産業研究所「JIP データベース」

推計：Credit Suisse

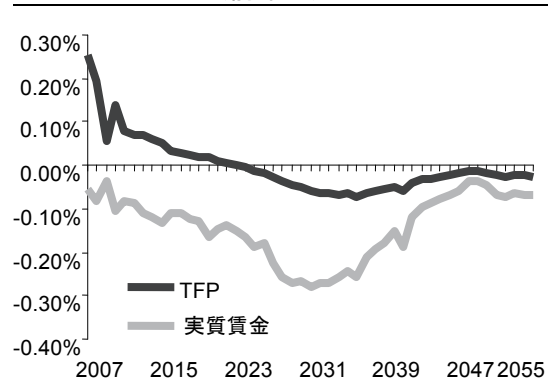
図表3-10：TFP、実質賃金将来推計
(指数 2006=100)



注：図の上下の細線は、それぞれ出生率高位前提（上）、出生率低位前提（下）に基づく予想値

出所：経済産業研究所「JIP データベース」、
国立社会保障・人口問題研究所、総務省
推計：Credit Suisse

図表3-11：TFP、実質賃金将来推計
(前年比)



出所：経済産業研究所「JIP データベース」、
国立社会保障・人口問題研究所、総務省
推計：Credit Suisse

4. 労働コスト GDP 比の将来パス

このように、TFP と実質賃金の将来パスをみると、2050 年時点においても前者は 2006 年比ほぼ横ばいとなるが、実質賃金は 6%以上もの下落となり、両者の間には格差が生じる。こうした格差は、それぞれがピークとなる就業人口の平均年齢について

TFPの方が2歳程度も高齢である、ピークを超えた後の下落率が実質賃金でより急激なものになる、ことを反映している。

両者の将来パスの格差に関する信頼度が、推計された TFP カーブ、実質賃金カーブの信頼度に依存することは改めて言うまでもない。ただし、①継続時間分析の結果、ピークアウト年齢に関する TFP と実質賃金の差は統計的に有意であることがわかっている、②ピークを超えた後の下落率が実質賃金でより急激なものになる点に関しては、本レポートで採用した逆ワイブル関数以外の関数（具体的には Mincer 型関数）を推計しても確認される（補論 2 を参照）ため、両者の将来パスに格差が生じる点についてはそれなり信頼をおくことができよう。

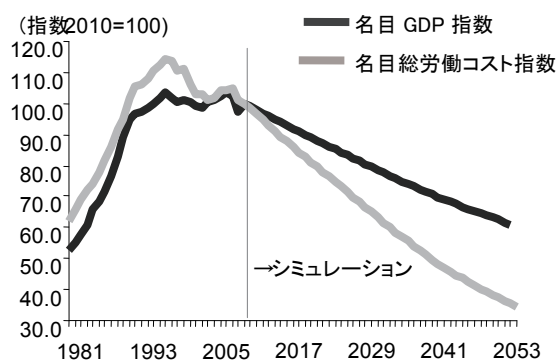
この点を踏まえて、TFP と実質賃金の将来パスの違いが、労働コスト GDP 比の将来パスにどのような影響をもたらすかをシミュレートしてみよう。TFP、実質賃金、就業者人口の将来予測をもとに、物価変動率、労働時間、資本投入などについて一定の前提を設ければ、名目 GDP と労働コストの将来パス、従って、労働コスト GDP 比のパスをシミュレートできる。シミュレーションの結果は、高齢化が日本経済の所得分配の将来パスをどのように変化させるか、についてインプリケーションを与えてくれる。

直感的には、高齢化によって労働コスト GDP 比（一種の労働分配率と捉えることが可能）が趨勢的に低下する可能性が高い。実際、シミュレーションからもそうした直感に合致した結果が得られた。手順と結果を示すと以下の通りである。

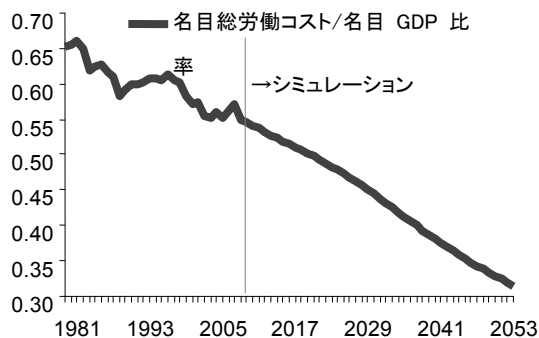
- ① 名目 GDP の将来パスについては、実質 GDP と GDP デフレータの将来パスによって決まると考え、前者は TFP の将来パスによって規定されると考える。GDP デフレータに関しては、1998 年～2008 年までの平均伸び率（-1.1%）が今後も維持されると仮定する。名目 GDP は 2011 年以降 2055 年まで、平均年率で 1% 強（1.1%）縮小することになる。なお、2009、2010 年の名目 GDP は弊社予想を用いている（2011 年以降がシミュレーション値ということになる）。
- ② 実質 GDP が TFP によって規定されるとの考え方は、労働投入の寄与と資本投入の寄与がほぼ相殺しあうことを想定しているに等しい。高齢化に伴って趨勢的に減少する労働投入に相当する分が資本投入の増加によって相殺される、という想定である。大まかに言えば、高齢化による人的資本の減少が、企業や政府に対して代替的な資本投資をある程度要求するであろう、という考え方である。
- ③ 名目総労働コストの将来パスについては、実質賃金の将来パスに GDP デフレータの将来パス（平均伸び率-1.1%）を加えた名目賃金に、「将来人口推計」に基づく就業者数減少率（年齢階層別就業率の 2008 年実績が不変であることを前提）を足して求めた。名目労働コストは 2011 年以降 2055 年まで、平均で年率 2.3% 下落することになる。なお、名目総労働コストのデータは JIP データベースの実績では 2006 年までしか得られない。このため、2007～2010 年の値については、名目雇用者報酬の実績および予測を用いた推計値を利用した（2011 年以降がシミュレーション値ということになる）。
- ④ このように、TFP と実質賃金の将来パスの格差を反映して、名目 GDP と名目総労働コストの将来パスにも格差が生じる。すなわち、名目 GDP、名目総労働コ

ストともに下落基調を辿るが、前者の落ち方の方がマイルドになり（図表 3-12）、このため、名目総労働コストの名目 GDP 比率は持続的に低下する。シミュレーションによれば、2006 年実績が 56%程度、2009 年推計値が 57%程度であった同比率は 2020 年には 51%弱、2055 年には 32%程度まで低下すると推定される（図表 3-13）。

図表3-12：名目 GDP と総労働コストの推移



図表3-13：労働コスト/名目総付加価値比率の推移



注：2009 暦年の名目総付加価値額は CS 予想
 出所：経済産業研究所「JIP データベース」、
 国立社会保障・人口問題研究所、内閣府
 推計：Credit Suisse

出所：経済産業研究所「JIP データベース」、
 国立社会保障・人口問題研究所、内閣府
 推計：Credit Suisse

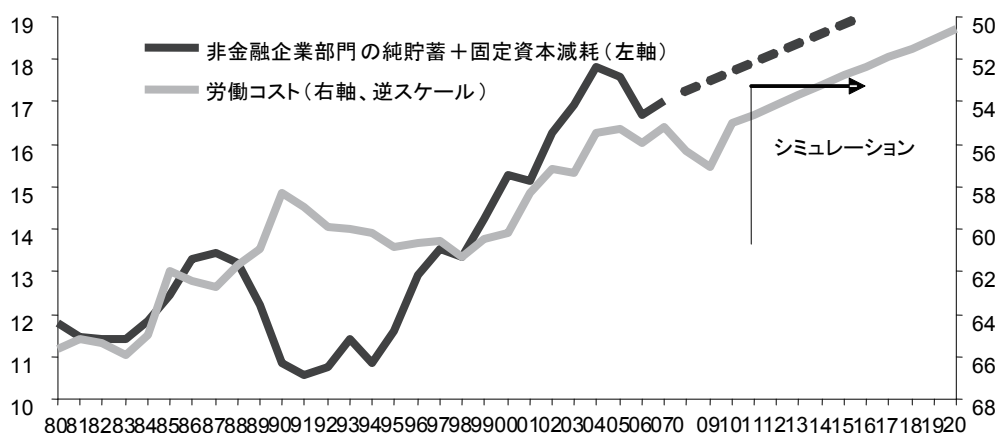
5. まとめ

高齢化を就業人口の平均年齢の上昇として捉えた場合、それに伴って、日本経済の TFP でみた生産性、実質賃金はともに下落する可能性が高い。しかし、TFP がピークに達する平均年齢は 45.8 歳と実質賃金と比べて 2 歳程度高い。足元の就業人口の平均年齢が 44 歳強であるため、他の条件を一定にすれば、2023 年までは TFP が上昇を継続させる。他方、実質賃金水準は既にピークアウトしているとみられ、足元から一貫して低下する公算にある。しかも、低下の度合いは実質賃金の方が大きいと考えられる。このため、高齢化進展とともに、総労働コスト GDP 比（あるいは労働分配率）は低下する可能性が高く、その背後で、企業所得 GDP 比は上昇するものとみられる。その意味で高齢化は家計から企業への所得移転を生じさせるが、企業がこうした“高齢化の配当”を若年層雇用や研究開発投資に積極的に利用すれば、将来の生産性の低下はより小幅なものになるだろう。

より重要な点として、高齢化は家計貯蓄を減少させる可能性が高いものの、企業貯蓄を増加させる可能性がある。企業貯蓄の代理変数である純貯蓄と固定資本減耗の合計（非金融企業部門）は名目総労働コストとの間で安定的な逆相関を維持している。

上記のシミュレーションで得られたように名目総労働コスト GDP 比が趨勢的に低下すれば、企業貯蓄 GDP 比は趨勢的に上昇することになる(図表 3-14)。このことは、高齢化の下でも日本経済の IS バランスが容易には投資超過になりにくい、従って、経常収支が容易には赤字化しない、可能性を示唆している。

図表3-14： 企業貯蓄と名目総労働コスト（GDP 比）



出所：内閣府
推計：Credit Suisse

【注】

*1 労働、資本、投入原材料といった全生産要素がどの程度効率的に利用されているかを測る尺度であり、「労働、資本、投入原材料の全ての生産要素の組み合わせ 1 単位あたりの生産量」(深尾・宮川 [2008])として定義される。生産関数上での扱いは推計残差として扱われることが多い。TFP を経済全体の技術革新力として捉える考え方もある。

*2 JIP データベース (日本産業生産性データベース) は業種別データを用いて成長会計分析を行うことを目的に経済産業研究所によって作成されたデータベース。108 業種のデータについて 1973 年~2006 年まで利用可能。本レポートでは、「住宅」(付加価値が帰属家賃に相当する部門)と「分類不明」の 2 業種を除いた 106 業種のデータを使用。総サンプル数は 3604 個 (=106 業種×34 年間)。

*3 JIP データベースの労働投入指数は、労働者の属性別 (性、年齢、学歴、従業上の地位) の賃金差をウェイトとし、属性別のマンアワー労働投入を加重集計したもの。労働の質は、労働投入指数とマンアワー労働投入指数の伸びの差として定義されている。詳しくは深尾・宮川 [2008] pp. 85-105。

*4 継続時間分析 (または生存分析) は主に医学分野で利用されている方法で、ある治療を施した患者とそうでない患者で生存期間に差があるか、などを調べるものである。経済学では景気拡張/後退局面の継続時間を分析するのに利用されている。本分析では、ある平均年齢において TFP や実質賃金の上昇局面が継続する時間を継続時間ととらえている。データは HP フィルターでトレンド化してあり、特定の確率密度関数に依存しないノンパラメトリックな推定方法 (Kaplan-Meier 法) を適応した。図表 3-8 に示されているピークアウト確率は、推定された継続期間確率を 1 から引いた値として定義されている。

*5 図表 3-8 の継続時間曲線の差をログ・ランク検定にかけた結果、p 値が 0.0077 となり、TFP と実質賃金の継続時間曲線には有意水準 1% で統計的に有意な差が検出された。

【参考文献】

- Cameron, A., Colin and Trivedi, Pravin, K., *Microeconometrics: Methods and Applications*, New York: Cambridge University Press, 2005.
- Feyrer, J., "Age Structure and Productivity," in Prskawetz, A., Bloom, D., E., Lutz, W., eds., *Population and Development Review Supplement to Volume 34*, New York: Population Council, 2008, pp.78–99.
- Skirbekk, V., "Age and Productivity Potential: A New Approach Based on Ability Levels and Industry-Wide Task Demand," in Praskawetz, A., Bloom, D., E., Lutz, W., eds., *Population and Development Review Supplement to Volume 34*, New York: Population Council, 2008, pp.78–99.
- Malmberg, B., Lindh, T., and Halvarsson, M., "Productivity Consequences of Workforce Aging: Stagnation or Horndal Effect?," in Praskawetz, A., Bloom, D., E., Lutz, W., eds., *Population and Development Review Supplement to Volume 34*, New York: Population Council, 2008, pp.78–99.
- Mincer, J., *Schooling, Experience and Earnings*. Columbia University Press, 1974.
- Prskawetz, A., Malmberg, B., Skirbekk, V., Freund, I., and Winkler-Dworak, M., "The Impact of Population Ageing on Innovation and Productivity Growth in Europe," *Vienna Institute of Demography, Austrian Academy of Sciences Research Report*, 28, 2006.
- Werding, M., "Ageing and Productivity Growth: Are There Macro-Level Cohort Effects of Human Capital?," *CESifo Working Paper*, No.2207, 2008.
- 深尾京司・宮川努、2008年、『生産性と日本の経済成長：JIPデータベースによる産業・企業レベルの実証分析』、東京大学出版会。
- 川口大司・神林龍・金榮慤・権赫旭・清水谷諭・深尾京司・牧野達治・横山泉、2006年、「年功賃金は生産性と乖離しているか：工業統計調査・賃金構造基本調査個表データによる実証分析」、『Hi-Stat ディスカッションペーパー』第189号。
- 権赫旭・金榮慤・深尾京司、2008年、「日本のTFP上昇率はなぜ回復したのか：『企業活動基本調査』に基づく実証分析」、『RIETI ディスカッションペーパー』第50号。

補論

(1) JIP データベースにおける成長会計と TFP

経済における付加価値の成長は、労働および資本サービスの投入の寄与と全要素生産性 (TFP) 上昇の和として示される。成長会計は、経済成長をこれら 3 つの要因に分解して理解しようという考え方である。TFP は、付加価値 Y の成長率から、労働 L および資本サービス K の投入の寄与を差し引いた値、として定義される。経済産業研究所「JIP データベース」はこの成長会計の考え方に従って、日本経済全体を 108 セクターという詳細な部門に分け、総生産と中間投入、資産別資本ストックと資本コスト、属性別労働投入などの部門別年次データを収録している。ここでは、JIP データベースで採用されている部門別成長会計の方法を深尾・宮川[2008]にならって解説していく。

まず、生産関数には中間投入 X 、労働 L 、資本 K について連続で 1 次同次の関数を想定している。また、 T は生産性の水準を表す。

$$Q(t) = F(X(t), L(t), K(t), T(t)) \dots \dots \dots (1)$$

なお、時間の関数であることを示す (t) は以下では省略する。式(1)は、連続で 1 次同次の関数についてのオイラーの定理から、以下のように変形できる。

$$Q = \frac{\partial F}{\partial X} X + \frac{\partial F}{\partial L} L + \frac{\partial F}{\partial K} K \dots \dots \dots (2)$$

また、式 (2) の両辺について自然対数を取って時間について微分すると以下の式を得る。

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\partial F}{\partial X} \frac{X}{Q} \frac{\dot{X}}{X} + \frac{\partial F}{\partial L} \frac{L}{Q} \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\partial F}{\partial K} \frac{K}{Q} \frac{\dot{K}}{K} + \frac{\dot{TFP}}{TFP} \dots \dots \dots (3)$$

ただし、 \dot{TFP}/TFP は TFP 上昇率で以下のように定義される。

$$\frac{\dot{TFP}}{TFP} = \frac{\partial F}{\partial T} \frac{T}{Q} \frac{\dot{T}}{T}$$

今、各企業は生産要素市場でプライステイカーとして振舞うと仮定すると、企業の費用 ($p_x X + wL + rK$) 最小化問題の一階条件から次式が得られる。

$$\lambda = \frac{p_x}{\frac{\partial F}{\partial X}} = \frac{w}{\frac{\partial F}{\partial L}} = \frac{r}{\frac{\partial F}{\partial K}}$$

λ : 限界費用 (費用最小化問題のラグランジュ乗数)

p_x : 中間投入財の価格 (4)

w : 賃金率

r : 資本コスト

式 (4) を式 (2) に代入すると、次式が得られる。

$$\lambda Q = p_x X + wL + rK \quad \dots\dots\dots (5)$$

また、式 (4) を式 (3) に代入すると次式が得られる。

$$\frac{T\dot{F}P}{TFP} = \frac{\dot{Q}}{Q} - \frac{p_x X}{\lambda Q} \frac{\dot{X}}{X} - \frac{wL}{\lambda Q} \frac{\dot{L}}{L} - \frac{rK}{\lambda Q} \frac{\dot{K}}{K} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ここで、各変数の変化率に乗じてある部分は式(5)より

$$\frac{p_x X}{\lambda Q} = \frac{p_x X}{p_x X + wL + rK} \quad \dots\dots\dots (7)$$

とコストシェアの形に書き直せるため、式 (6) は以下のように表される。

$$\frac{T\dot{F}P}{TFP} = \frac{\dot{Q}}{Q} - v_x \frac{\dot{X}}{X} - v_L \frac{\dot{L}}{L} - v_K \frac{\dot{K}}{K},$$

$$v_x = \frac{p_x X}{p_x X + wL + rK} \quad \text{: 中間投入コストシェア} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$v_L = \frac{wL}{p_x X + wL + rK} \quad \text{: 労働コストシェア}$$

$$v_K = \frac{rK}{p_x X + wL + rK} \quad \text{: 資本コストシェア}$$

最後に、式 (8) を離散時間近似した次式が実際の成長会計で使用される。

$$\Delta \ln(TFP) = \Delta \ln(Q) - \bar{v}_x \Delta \ln(X) - \bar{v}_L \Delta \ln(L) - \bar{v}_K \Delta \ln(K) \quad \dots\dots\dots (9)$$

経済産業研究所の「JIP データベース」には、こうした成長会計のコンセプトに基づいた総生産、中間投入、資産別資本ストック、資本コスト、属性別労働投入などの年次データが 108 業種について収録されている。

「JIP データベース」では、労働の質を考慮した労働投入指数と、資本の質を考慮した資本サービス投入指数が作成されている。すなわち、式 (9) における L と K は、それぞれ、マンアワー労働投入量と実質資本ストックではなく、労働者の属性（年齢、性別、学歴、就業上の地位）による生産性の格差を考慮した（賃金データを利用）労働投入指数 L と、資本の種類別の生産性の格差を考慮した（資本コストデータを利用）資本サービス投入指数 K となっている。「JIP データベース」に掲載されている TFP は、このように作成した L と K の寄与を、式 (9) に従って、成長率から差し引いて求められている。

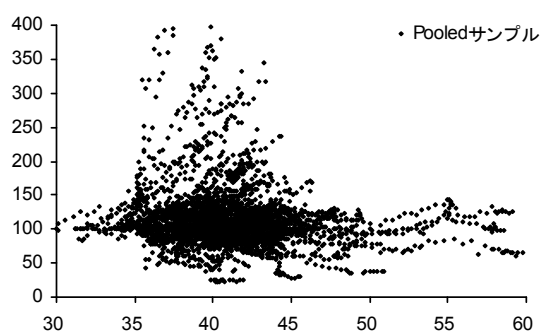
このように「JIP データベース」における TFP からは、労働者や資本の属性に基づく生産性が除去されてしまっている。しかも、労働者の属性には年齢も含まれてしまっている。このため、就業者年齢の高齢化が経済全体のマクロの生産性や技術革新力にどのように影響を与えるか、という我々の分析の目的に照らした場合、「JIP データベース」で計算されている TFP のデータをそのまま用いるわけにはいかない。従って、本レポートでは、 L をマンアワー労働投入量（就業者数×労働時間）、 K を実質資本ストック量とし、式 (9) に基づいて計算し直せした TFP を利用している。

（２）非線形パネル推計のモデル解説

就業者の平均年齢と TFP の関係については、図表 補論 3-1、3-2 のように、40 歳代半ばをピークにした上に凸の関係が存在するようになっている。これは実質賃金についても同様である（図表 補論 3-3、3-4）。ここで、図表 補論 3-1 と 3-3 は、業種ごとの期間平均からの乖離をプロットし（Within 変換を施したデータをプロット）している。

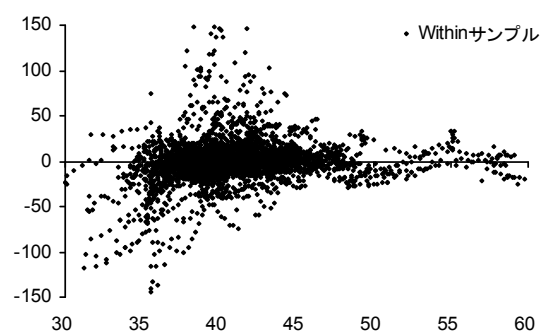
図表 補論3-1： 就業者平均年齢

—TFP の散布図 Pooled サンプル



図表 補論3-2： 就業者平均年齢

—TFP の散布図 Within サンプル



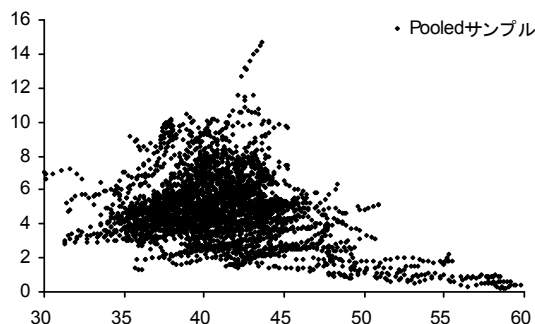
出所：経済産業研究所「JIP データベース」

推計：Credit Suisse

出所：経済産業研究所「JIP データベース」

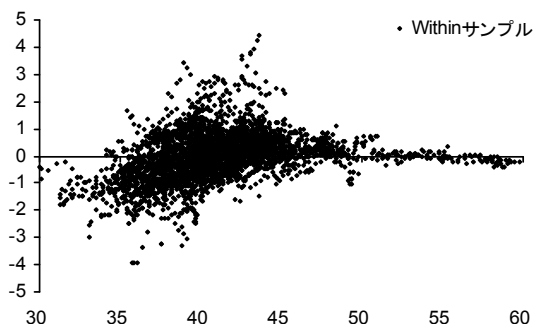
推計：Credit Suisse

図表 補論3-3： 就業者平均年齢
—実質賃金の散布図 Pooled サンプル



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

図表 補論3-4： 就業者平均年齢
—実質賃金の散布図 Within サンプル



出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse

就業者の平均年齢と TFP、あるいは実質賃金との非線形関係をモデル化するために当たっては、逆ワイブル型、Mincer 型、3 次多項式型の 3 つの関数型を当てはめた。就業者の平均年齢を A として、それぞれのモデル式は以下の通りである。

- 逆ワイブル型

$$g(A) = \beta \left[\mu s^\mu A^{-\mu-1} \exp\left(-\left(\frac{s}{A}\right)^\mu\right) \right] + \alpha \dots\dots\dots (10)$$

m, s, α, β : パラメータ

- Mincer 型

$$\ln g(A) = \beta A + \gamma A^2 + \alpha \dots\dots\dots (11)$$

α, β, γ : パラメータ

- 3 次多項式型

$$g(A) = \beta_1 A + \beta_2 A^2 + \beta_3 A^3 + \alpha \dots\dots\dots (12)$$

$\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3$: パラメータ

なお、上記の逆ワイブル型は、逆ワイブル関数をリンク関数とした一般化線形モデルである。逆ワイブル関数とは、主として、継続時間分析（生存分析）などで劣化や寿命を表現するのに利用されているワイブル関数について、独立変数の逆数を取ったものである。また、これを確率密度関数とした分布は「べき分布」の一種とみなされている。

Mincer 型関数とは Mincer[1974]によって人的資本蓄積の賃金に与える影響をみるために提案された関数型で、労働経済学の分野では幅広く利用されているものである。この関数型については、1 次項の係数が正で 2 次項の係数が負であれば、前者が蓄積、

後者が磨耗を示すため、解釈が容易という利点がある。しかし、2次式のため、上昇局面と下降局面が同じ勾配になるという問題がある。

なお、一般的にパネル・データを使った推定方法では、①固定効果モデルと、②ランダム効果モデルが代表的である。ただし、非線形な式をランダム効果モデルで当てはめようとするれば、シミュレーション法に頼らざるを得なくなり、その結果、モデル選択の判断基準を与えるハウスマン検定を使用できなくなる。この点を考慮し、本レポートでは、固定効果モデルに絞って推定を行った。

具体的には、式(13)のような加法型の個別業種効果を想定し、Within 変換してそれを消去(式14)した後、非線形パネル GMM (Generalized Method of Moments) を適用した。なお、誤差項は正規分布に従うと仮定している。TFP と実質賃金をともに、関数型を特定しない一般の推計式は以下ようになる。

$$Y_{i,t} = g(A_{i,t}, \beta) + \mu_i + e_{i,t}$$

$Y_{i,t}$: i 産業の t 時点でのTFP、または実質賃金
 $A_{i,t}$: i 産業の t 時点での就業者平均年齢 (13)
 μ_i : i 産業の個別効果
 $e_{i,t}$: 誤差項

これを、Within 変換したものが以下の式である。

$$\hat{Y}_{i,t} = \hat{g}(A_{i,t}, \beta) + \hat{e}_{i,t}$$

但し:

$$\hat{Y}_{i,t} = Y_{i,t} - \sum_t Y_{i,t} / T \quad \dots \dots \dots (14)$$

$$\hat{g}_{i,t} = g_{i,t} - \sum_t g(A_{i,t}, \beta) / T$$

このように、固定効果モデルは、業種ごとに最適なカーブを当てはめようとしたとき、共通して選ばれるシェイプを推定していることになる。3つの関数型に関する固定効果モデルの推計結果を図表 補論 3-5 に掲載する。

図表 補論3-5：TFP カーブの推計結果、①固定効果モデルと②ランダム効果モデル

TFP カーブ			実質賃金カーブ		
固定効果モデル			固定効果モデル		
	推計値	t 値		推計値	t 値
逆ワイブル型 mu	4.3	(47.8)	逆ワイブル型 mu	4.4	(20.4)
s	48.1	(167.6)	s	45.9	(63.8)
beta	3194.0	(81.8)	beta	117.0	(45.9)
AIC	12,679		AIC	10,686	
ピーク年齢	45.8		ピーク年齢	43.9	
上昇局面平均	2.2		上昇局面平均	5.4	
下降局面平均	-0.6		下降局面平均	-2.3	
Mincer 型 beta	0.25	(16.7)	Mincer 型 beta	0.25	(13.5)
gamma	-0.003	(-15.9)	gamma	-0.003	(-6.2)
AIC	14,819		AIC	11,302	
ピーク年齢	47.3		ピーク年齢	45.4	
上昇局面平均	1.7		上昇局面平均	1.5	
下降局面平均	-1.9		下降局面平均	-2.2	
3次多項式型 b1	328.7	(16.9)	3次多項式型 b1	1.8	(11.9)
b2	-6.88	(-15.7)	b2	-0.03	(-9.0)
b3	0.048	(14.6)	b3	0.000	(2.6)
AIC	12,832		AIC	11,263	
ピーク年齢	43.9		ピーク年齢		
上昇局面平均	9.0		上昇局面平均	4.0	
下降局面平均	0.8		下降局面平均		

出所：経済産業研究所「JIP データベース」
推計：Credit Suisse